

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日
Date of Application:

2002年 7月31日

出 願 番 号
Application Number:

特願2002-222799

[ST.10/C]:

[JP2002-222799]

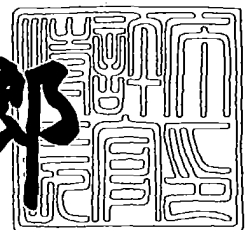
出 願 人
Applicant(s):

ティーディーケイ株式会社

2003年 5月 9日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田 信一郎



出証番号 出証特2003-3034285

【書類名】 特許願

【整理番号】 TD04054

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01F 05/00

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都中央区日本橋一丁目 1 3 番 1 号 ティーディーケイ株式会社内

 【氏名】 上島 聡史

【特許出願人】

 【識別番号】 000003067

 【氏名又は名称】 ティーディーケイ株式会社

【代理人】

 【識別番号】 100107559

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 星宮 勝美

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 064839

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

 【物件名】 明細書 1

 【物件名】 図面 1

 【物件名】 要約書 1

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 パターン化薄膜およびその形成方法

【特許請求の範囲】

【請求項1】 フレームめっき法によって、線状部分を有するパターン化薄膜を形成する方法であって、

下地の上に、底部近傍においてアンダーカットの入った形状のフレームを形成する工程と、

前記フレームを用いてめっきを行って、前記線状部分において前記下地に近い一部分の幅が残りの部分の幅よりも大きくなるように前記パターン化薄膜を形成するめっき工程と

を備えたことを特徴とするパターン化薄膜形成方法。

【請求項2】 前記パターン化薄膜は、隣接する複数の線状部分を有することを特徴とする請求項1記載のパターン化薄膜形成方法。

【請求項3】 下地の上に配置され、線状部分を有するパターン化薄膜であって、前記線状部分において前記下地に近い一部分の幅が残りの部分の幅よりも大きいことを特徴とするパターン化薄膜。

【請求項4】 前記パターン化薄膜は、隣接する複数の線状部分を有することを特徴とする請求項3記載のパターン化薄膜。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、線状部分を有するパターン化薄膜およびその形成方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

パターン化された薄膜（本出願においてパターン化薄膜と言う。）を形成する方法の一つとして、例えば特公昭56-36706号公報に示されるようなフレームめっき法がある。このフレームめっき法では、例えば基板の上に電極膜を形成し、その上にレジスト層を形成し、このレジスト層をフォトリソグラフィによりパターンニングして、めっきのためのフレーム（外枠）を形成する。そして、こ

のフレームを用い、先に形成した電極膜を電極およびシード層として用いて電気めっきを行って、導電材料よりなるパターン化薄膜を形成する。

【 0 0 0 3 】

フレームめっき法によって形成されるパターン化薄膜は、例えばマイクロデバイスに使用される。このようなマイクロデバイスとしては、薄膜インダクタ、薄膜磁気ヘッド、半導体デバイス、薄膜を用いたセンサ、薄膜を用いたアクチュエータ等がある。

【 0 0 0 4 】

【発明が解決しようとする課題】

パターン化薄膜には、コイルや配線のように、隣接する複数の線状部分を有するものがある。このようなパターン化薄膜では、その集積度を高めるために、線状部分の幅や、隣接する線状部分の間隔を小さくすることが要求される場合がある。

【 0 0 0 5 】

しかしながら、パターン化薄膜における線状部分の幅を小さくし過ぎると、線状部分の抵抗値が増大し、その結果、線状部分が発熱する等の問題が生じる。

【 0 0 0 6 】

一方、パターン化薄膜における隣接する線状部分の間隔を小さくすることには、以下のような問題がある。すなわち、フレームめっき法によってパターン化薄膜を形成する場合には、パターン化薄膜における隣接する線状部分の間隔は、フレームにおいて隣接する溝部分の間の仕切り部分の幅によって決まる。この仕切り部分の幅の最小限度は、フレームを形成するために用いられるレジストの解像度によって決まる。なお、レジストの解像度は、レジストの材料と露光方法によって決まる。このように、フレームめっき法によってパターン化薄膜を形成する場合には、パターン化薄膜における隣接する線状部分の間隔は、レジストの解像度によって決まる限度を超えて小さくすることが困難である。

【 0 0 0 7 】

本発明はかかる問題点に鑑みてなされたもので、その第1の目的は、フレームめっき法を用いて、幅が小さく且つ抵抗値の小さい線状部分を有するパターン化

薄膜を形成できるようにしたパターン化薄膜形成方法を提供することにある。

【 0 0 0 8 】

また、本発明の第 2 の目的は、幅が小さく且つ抵抗値の小さい線状部分を有するパターン化薄膜を提供することにある。

【 0 0 0 9 】

【課題を解決するための手段】

本発明のパターン化薄膜形成方法は、フレームめっき法によって、線状部分を有するパターン化薄膜を形成する方法であって、

下地の上に、底部近傍においてアンダーカットの入った形状のフレームを形成する工程と、

フレームを用いてめっきを行って、線状部分において下地に近い一部分の幅が残りの部分の幅よりも大きくなるようにパターン化薄膜を形成するめっき工程とを備えたものである。

【 0 0 1 0 】

本発明のパターン化薄膜形成方法によれば、パターン化薄膜の線状部分の幅を小さくし、且つ線状部分の抵抗値を小さくすることができる。

【 0 0 1 1 】

本発明のパターン化薄膜形成方法において、パターン化薄膜は、隣接する複数の線状部分を有するものであってもよい。

【 0 0 1 2 】

本発明のパターン化薄膜は、下地の上に配置され、線状部分を有するものであって、線状部分において下地に近い一部分の幅が残りの部分の幅よりも大きいものである。

【 0 0 1 3 】

本発明のパターン化薄膜によれば、線状部分の幅を小さくし、且つ線状部分の抵抗値を小さくすることができる。

【 0 0 1 4 】

本発明のパターン化薄膜は、隣接する複数の線状部分を有するものであってもよい。

【0015】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態について図面を参照して詳細に説明する。

〔第1の実施の形態〕

まず、図1を参照して、本発明の第1の実施の形態に係るパターン化薄膜形成方法が適用されるマイクロデバイスの一例としての薄膜インダクタについて説明する。図1は本実施の形態における薄膜インダクタの斜視図である。

【0016】

図1に示した薄膜インダクタは、基板101と、この基板101の上に形成された薄膜コイル102と、薄膜コイル102の各端部に接続された2つのリード103とを備えている。薄膜コイル102は、めっき法によって形成される。薄膜コイル102は、本実施の形態に係るパターン化薄膜に対応する。

【0017】

次に、図2ないし図9を参照して、本実施の形態に係るパターン化薄膜形成方法について詳しく説明する。本実施の形態では、底部近傍においてアンダーカットの入った形状のフレームを用いて、フレームめっき法によってパターン化薄膜を形成する。本実施の形態では、いわゆる2層レジストを用いて上記のフレームを形成する。2層レジストとは、下層である第1層と上層である第2層とを有する2層構造の膜であって、少なくとも第2層がレジストからなるものである。なお、2層レジストについては、例えば特開平9-96909号公報に記載されている。

【0018】

本実施の形態に係るパターン化薄膜形成方法では、まず、図2に示したように、基板1の上に、例えばスパッタ法によって電極膜2を形成する。基板1の材料は、シリコン(Si)等の半導体でもよいし、アルティック($Al_2O_3 \cdot TiC$)等のセラミックでもよいし、ポリエチレンテレフタレート等の樹脂でもよい。電極膜2は、金属等の導電材料によって形成される。また、電極膜2の材料は、電極膜2の上に形成されるパターン化薄膜の材料と同じ組成のものを用いるのが好ましい。また、電極膜2は、一層で構成されていてもよいし、複数の層で構成

されていてもよい。電極膜 2 の材料としては、例えば銅 (Cu) が用いられる。

【0019】

次に、図 3 に示したように、パターン化薄膜の下地となる電極膜 2 の上に、スピコート法等により、現像液によって溶解される材料を塗布して、フレームの形成のために用いられる第 1 層 3 A を形成する。第 1 層 3 A の材料としては、例えばポリメチルグルタリミドが用いられる。次に、必要に応じて、第 1 層 3 A に対して熱処理を施す。

【0020】

次に、図 4 に示したように、第 1 層 3 A の上に、スピコート法等により、レジストを塗布して、フレームの形成のために用いられる第 2 層 4 A を形成する。次に、必要に応じて、第 2 層 4 A に対して熱処理を施す。第 1 層 3 A および第 2 層 4 A によって 2 層レジストが構成される。

【0021】

次に、図 5 に示したように、マスク 5 を介して第 2 層 4 A の露光を行い、第 2 層 4 A に、マスク 5 のパターンに対応した潜像を形成する。次に、必要に応じて、第 2 層 4 A に対して熱処理を施す。

【0022】

次に、図 6 に示したように、第 2 層 4 A を現像液によって現像する。このとき、現像液によって、第 2 層 4 A の一部が溶解されると共に第 1 層 3 A の一部も溶解される。これにより、残った第 1 層 3 A によってパターン化された第 1 フレーム層 3 B が形成され、残った第 2 層 4 A によってパターン化された第 2 フレーム層 4 B が形成される。第 1 フレーム層 3 B の幅は、第 2 フレーム層 4 B の幅よりも小さい。なお、図 6 には、第 2 層 4 A の形成に用いられるレジストがポジ型で、そのため、第 2 層 4 A のうち、露光された部分が現像後に除去される例を示している。次に、第 1 フレーム層 3 B および第 2 フレーム層 4 B を水洗し、乾燥させる。

【0023】

このようにして、第 1 層 3 A および第 2 層 4 A がパターンニングされて、第 1 フレーム層 3 B および第 2 フレーム層 4 B よりなり、底部近傍においてアンダーカ

ットの入った形状のフレーム 6 が形成される。

【 0 0 2 4 】

次に、必要に応じてめっき前処理を行った後、図 7 に示したように、フレーム 6 を用い、電極膜 2 に電流を流して電気めっきを行って、フレーム 6 の溝部内にパターン化薄膜 7 を形成する。パターン化薄膜 7 は、金属等の導電材料によって形成される。パターン化薄膜 7 の材料としては、例えば銅 (C u) が用いられる。

【 0 0 2 5 】

次に、例えば、図 7 に示した積層体を有機溶剤に浸漬し、揺動することによって、図 8 に示したように、第 1 フレーム層 3 B および第 2 フレーム層 4 B を溶解させて除去する。

【 0 0 2 6 】

最後に、図 9 に示したように、パターン化薄膜 7 をマスクとして、ウェットエッチングによって、あるいはイオンミリング、反応性イオンエッチング等のドライエッチングによって、電極膜 2 のうち、パターン化薄膜 7 の下に存在する部分以外の部分を除去する。

【 0 0 2 7 】

このようにして形成されたパターン化薄膜 7 は、隣接する複数の線状部分 7 1 を有している。このパターン化薄膜 7 では、線状部分 7 1 において、下地である電極膜 2 に近い一部分 (以下、第 2 の部分と言う。) 7 1 b の幅 W 2 が、残りの部分 (以下、第 1 の部分と言う。) 7 1 a の幅 W 1 よりも大きくなっている。

【 0 0 2 8 】

なお、図 6 ないし図 9 には、第 2 フレーム層 4 B の壁部が、基板 1 の上面に対して垂直であり、その結果、線状部分 7 1 の第 1 の部分 7 1 a の側壁も基板 1 の上面に対して垂直になっている例を示している。しかし、本実施の形態は、図 1 0 および図 1 1 に示した各例も含む。図 1 0 および図 1 1 は、いずれも、フレーム 6 を用いて、めっきによってパターン化薄膜 7 を形成した直後の状態を示している。図 1 0 および図 1 1 に示した各例では、いずれも、第 2 フレーム層 4 B の壁部および第 1 の部分 7 1 a の側壁が、基板 1 の上面に垂直な方向に対して傾い

ている。図 1 0 に示した例では、第 2 フレーム層 4 B において、フレーム 6 の溝部を挟んで対向する 2 つ壁部の間隔は上側ほど大きくなっている。その結果、図 1 0 に示した例では、第 1 の部分 7 1 a の幅は上側ほど大きくなっている。図 1 0 に示した例では、第 2 の部分 7 1 b の幅 W_2 は、第 1 の部分 7 1 a と第 2 の部分 7 1 b との境界位置における第 1 の部分 7 1 a の幅 W_1 よりも大きくなっている。図 1 1 に示した例では、第 2 フレーム層 4 B において、フレーム 6 の溝部を挟んで対向する 2 つ壁部の間隔は上側ほど小さくなっている。その結果、図 1 1 に示した例では、第 1 の部分 7 1 a の幅は上側ほど小さくなっている。図 1 1 に示した例では、第 2 の部分 7 1 b の幅 W_2 は、第 1 の部分 7 1 a と第 2 の部分 7 1 b との境界位置における第 1 の部分 7 1 a の幅 W_1 よりも大きくなっている。

【 0 0 2 9 】

以上説明したように、本実施の形態に係るパターン化薄膜形成方法は、下地である電極膜 2 の上に、底部近傍においてアンダーカットの入った形状のフレーム 6 を形成する工程と、フレーム 6 を用いてめっきを行って、パターン化薄膜 7 を形成するめっき工程とを備えている。パターン化薄膜 7 は、隣接する複数の線状部分 7 1 を有し、線状部分 7 1 において電極膜 2 に近い第 2 の部分 7 1 b の幅 W_2 が第 1 の部分 7 1 a の幅 W_1 よりも大きくなっている。従って、本実施の形態によれば、パターン化薄膜 7 の線状部分 7 1 の全体が一定の幅 W_1 を有する場合に比べて、線状部分 7 1 の抵抗値を小さくすることができる。

【 0 0 3 0 】

また、本実施の形態では、隣接する第 1 の部分 7 1 a の間隔は、第 2 層 4 A に用いられるレジストの解像度によって決まる限度を超えて小さくすることは困難である。しかしながら、隣接する第 2 の部分 7 1 b の間隔は、レジストの解像度によって決まる限度を超えて小さくすることができる。従って、本実施の形態によれば、線状部分 7 1 の全体が一定の幅 W_1 を有する場合に比べて線状部分 7 1 のピッチを変えることなく、第 2 の部分 7 1 b の幅 W_2 を第 1 の部分 7 1 a の幅 W_1 よりも大きくして、線状部分 7 1 の抵抗値を小さくすることができる。

【 0 0 3 1 】

以上のことから、本実施の形態によれば、フレームめっき法を用いて、線状部

分 7 1 のピッチを大きくすることなく、幅が小さく且つ抵抗値の小さい線状部分 7 1 を有するパターン化薄膜 7 を形成することができる。これにより、本実施の形態によれば、線状部分 7 1 が発熱することを防止することができる。

【 0 0 3 2 】

ところで、線状部分 7 1 の全体が一定の幅を有する場合において、隣接する線状部分 7 1 の間隔が小さくなると、隣接する線状部分 7 1 の間に位置する電極膜 2 をエッチングによって良好に除去できなくなる場合がある。これに対し、本実施の形態では、隣接する第 1 の部分 7 1 a の間隔は、隣接する第 2 の部分 7 1 b の間隔よりも大きい。従って、隣接する第 2 の部分 7 1 b の間隔が小さくても、隣接する線状部分 7 1 の間に位置する電極膜 2 をエッチングによって良好に除去することができる。

【 0 0 3 3 】

次に、本実施の形態に係るパターン化薄膜形成方法の実施例について説明する。本実施例では、基板 1 として、直径 3 インチ (7 6 . 2 m m) 、厚さ 0 . 4 m m のシリコン基板を用いた。本実施例のパターン化薄膜形成方法では、まず、スパッタ装置を用いて、基板 1 の上に、以下の条件で C u をスパッタリングして、C u よりなる厚さ 1 0 0 n m の電極膜 2 を形成した。スパッタ装置としては、日電アネルバ社製の直流スパッタ装置 S P F - 7 4 0 H (製品名) を用いた。スパッタ装置におけるターゲットは C u とした。スパッタ装置の出力は 1 0 0 0 W とした。スパッタ装置におけるスパッタ室内には、A r ガスを 5 0 s c c m の流量で供給した。スパッタ室内における A r ガスの圧力は、2 . 0 m T o r r (約 0 . 2 6 6 P a) とした。

【 0 0 3 4 】

次に、電極膜 2 の上に、スピンコート法によりポリメチルグルタリイミドを塗布して、第 1 層 3 A を形成した。ポリメチルグルタリイミドとしては、S h i p l e y 社製 L O L - 1 0 0 0 (製品名) を使用した。第 1 層 3 A の厚みは 1 0 0 n m とした。次に、第 1 層 3 A に対して、ホットプレートを用いて 1 8 0 ° C の温度で、6 0 0 秒間の熱処理を施し、その後、第 1 層 3 A を室温まで冷却した。

【 0 0 3 5 】

次に、第1層3Aの上に、スピンコート法によりレジストを塗布して、第2層4Aを形成した。レジストとしては、信越化学工業社製SIPR-9740（製品名）を使用した。第2層4Aの厚みは $3\mu\text{m}$ とした。次に、第2層4Aに対して、ホットプレートを用いて 100°C の温度で、180秒間の熱処理を施した。

【0036】

次に、露光装置を用いて、以下の条件で、マスク5を介して第2層4Aの露光を行い、第2層4Aに、マスク5のパターンに対応した潜像を形成した。露光装置としては、ニコン製NSR-i12TFH（製品名）を用いた。マスク5のパターンは、透光部が10ターンの渦巻き状をなし、遮光部の幅が $1.0\mu\text{m}$ で、透光部の幅が $1.5\mu\text{m}$ で、透光部のピッチが $2.5\mu\text{m}$ となるパターンとした。露光量（Dose）は、 $300\text{mJ}/\text{cm}^2$ とした。

【0037】

次に、現像液として2.38%のテトラメチルアンモニウムヒドロキシドの水溶液を用いて、パドル法によって、第2層4Aに対して、50秒間の現像を2回行った。これにより、現像液によって、第2層4Aの一部が溶解されると共に第1層3Aの一部も溶解されて、第1フレーム層3Bおよび第2フレーム層4Bが形成された。次に、第1フレーム層3Bおよび第2フレーム層4Bを水洗し、乾燥させて、フレーム6を完成させた。

【0038】

次に、フレーム6を用いて電気めっきを行って、フレーム6の溝部内に、Cuよりなるパターン化薄膜7を形成した。めっき浴としては、Cuのめっきに用いられる一般的な硫酸銅浴を用いた。パターン化薄膜7の厚さは $2.8\mu\text{m}$ とした。

【0039】

次に、パターン化薄膜7を含む積層体を、アセトン中に浸漬し、揺動することによって、フレーム6を溶解させて除去した。

【0040】

次に、イオンミリング装置を用いて、下記の条件で、電極膜2を選択的にエッチングして、電極膜2のうち、パターン化薄膜7の下に存在する部分以外の部分

を除去した。イオンミリング装置としては、コモンウェルス社製 8 C（製品名）を用いた。イオンミリング装置における出力は、5 0 0 W、5 0 0 m A とした。エッチング室内のガスの圧力は 3 m T o r r（約 0. 3 9 9 P a）とした。イオン照射角度は 0°（イオン照射方向が基板に垂直）とした。

【 0 0 4 1 】

このようにして、パターン化薄膜 7 からなり、ピッチが 2. 5 μ m、厚さが 2. 8 μ m で、1 0 ターンの薄膜コイルが得られた。パターン化薄膜 7 の線状部分 7 1 において、第 1 の部分 7 1 a の幅 W 1 は 1. 7 μ m で、第 2 の部分 7 1 b の幅 W 2 は 2. 1 μ m であった。第 2 の部分 7 1 b のうち、第 1 の部分 7 1 a の側壁よりも外側に張り出した 2 つの部分の断面形状は、それぞれ、幅が 0. 2 μ m で、高さが 0. 1 μ m の矩形であった。

【 0 0 4 2 】

〔第 2 の実施の形態〕

次に、図 1 2 ないし図 2 0 を参照して、本発明の第 2 の実施の形態に係るパターン化薄膜形成方法について説明する。本実施の形態では、マイクログループを利用して、底部近傍においてアンダーカットの入った形状のフレームを形成する。なお、マイクログループを利用して、底部近傍においてアンダーカットの入った形状のレジスト層を形成する方法については、特開平 8 - 6 9 1 1 1 号公報に記載されている。

【 0 0 4 3 】

本実施の形態に係るパターン化薄膜形成方法では、図 2 に示したように、電極膜 2 を形成する工程までは、第 1 の実施の形態と同様である。本実施の形態では、次に、図 1 2 に示したように、電極膜 2 の上に、スピコート法等によりレジストを塗布して、レジスト層 1 4 A を形成する。レジストとしては、ポジ型で、特にマイクログループを発生しやすいレジストを用いる。このようなレジストとしては、具体的には、特開平 8 - 6 9 1 1 1 号公報に示された種々のレジストを用いることができる。次に、必要に応じて、レジスト層 1 4 A に対して熱処理を施す。

【 0 0 4 4 】

次に、図 1 3 に示したように、マスク 5 を介してレジスト層 1 4 A の露光を行い、レジスト層 1 4 A に、マスク 5 のパターンに対応した潜像を形成する。次に、必要に応じて、レジスト層 1 4 A に対して熱処理を施す。

【 0 0 4 5 】

次に、図 1 4 に示したように、レジスト層 1 4 A を現像液によって現像する。これにより、残ったレジスト層 1 4 A によってフレーム 1 4 B が形成される。次に、フレーム 1 4 B を水洗し、乾燥させる。

【 0 0 4 6 】

フレーム 1 4 B には、底部近傍においてマイクログループが形成される。このようにして、底部近傍においてアンダーカットの入った形状のフレーム 1 4 B が形成される。

【 0 0 4 7 】

次に、必要に応じてめっき前処理を行った後、図 1 5 に示したように、フレーム 1 4 B を用い、電極膜 2 に電流を流して電気めっきを行って、フレーム 1 4 B の溝部内にパターン化薄膜 1 7 を形成する。パターン化薄膜 1 7 は、金属等の導電材料によって形成される。パターン化薄膜 1 7 の材料としては、例えば銅 (Cu) が用いられる。

【 0 0 4 8 】

次に、例えば、図 1 5 に示した積層体を有機溶剤に浸漬し、揺動することによって、図 1 6 に示したように、フレーム 1 4 B を溶解させて除去する。

【 0 0 4 9 】

最後に、図 1 7 に示したように、パターン化薄膜 1 7 をマスクとして、ウェットエッチングによって、あるいはイオンミリング、反応性イオンエッチング等のドライエッチングによって、電極膜 2 のうち、パターン化薄膜 1 7 の下に存在する部分以外の部分を除去する。

【 0 0 5 0 】

このようにして形成されたパターン化薄膜 1 7 は、隣接する複数の線状部分 7 2 を有している。このパターン化薄膜 1 7 では、線状部分 7 2 において、下地である電極膜 2 に近い一部分である第 2 の部分 7 2 b の最大幅が、残りの部分であ

る第1の部分72aの幅よりも大きくなっている。

【0051】

図18ないし図20は、それぞれ、本実施の形態における線状部分72の形状の例を示している。これらの例では、いずれも、第2の部分72bの幅は、線状部分72の底部において最大であり、第1の部分72aに近い位置ほど小さくなっている。また、図18に示した例では、第2の部分72bの側壁は、基板1の上面に垂直な方向に対して傾いた斜面になっている。図19に示した例では、第2の部分72bの側壁は、基板1の上面に垂直な方向に対して傾いた凹面になっている。図20に示した例では、第2の部分72bの側壁は、基板1の上面に垂直な方向に対して傾いた凸面になっている。

【0052】

次に、本実施の形態に係るパターン化薄膜形成方法の実施例について説明する。本実施例では、電極膜2を形成する工程までは、第1の実施の形態における実施例と同様である。

【0053】

本実施例では、次に、電極膜2の上に、スピンコート法によりレジストを塗布して、レジスト層14Aを形成した。レジストとしては、信越化学工業社製SIPR-9691（製品名）を使用した。レジスト層14Aの厚みは3 μ mとした。次に、レジスト層14Aに対して、ホットプレートを用いて100℃の温度で、180秒間の熱処理を施した。

【0054】

次に、露光装置を用いて、以下の条件で、マスク5を介してレジスト層14Aの露光を行い、レジスト層14Aに、マスク5のパターンに対応した潜像を形成した。露光装置としては、ニコン製NSR-i12TFH（製品名）を用いた。マスク5のパターンは、第1の実施の形態における実施例と同様である。露光量（Dose）は、400mJ/cm²とした。

【0055】

次に、現像液として2.38%のテトラメチルアンモニウムヒドロキシドの水溶液を用いて、パドル法によって、レジスト層14Aに対して、50秒間の現像

を2回行った。その後、レジスト層14Aを水洗し、乾燥させて、フレーム14Bを完成させた。

【0056】

次に、フレーム14Bを用いて電気めっきを行って、フレーム14Bの溝部に、Cuよりなるパターン化薄膜17を形成した。めっき浴としては、Cuのめっきに用いられる一般的な硫酸銅浴を用いた。パターン化薄膜17の厚さは2.8 μm とした。

【0057】

次に、パターン化薄膜17を含む積層体を、アセトン中に浸漬し、揺動することによって、フレーム14Bを溶解させて除去した。

【0058】

次に、イオンミリング装置を用いて、第1の実施の形態における実施例と同じ条件で、電極膜2を選択的にエッチングして、電極膜2のうち、パターン化薄膜17の下に存在する部分以外の部分を除去した。

【0059】

このようにして、パターン化薄膜17からなり、ピッチが2.5 μm 、厚さが2.8 μm で、10ターンの薄膜コイルが得られた。パターン化薄膜17の線状部分72において、第1の部分72aの幅は1.7 μm で、第2の部分72bの最大幅は1.9 μm であった。第2の部分72bのうち、第1の部分72aの側壁よりも外側に張り出した2つの部分の断面形状は、それぞれ、最大幅が0.1 μm で、最大高さが0.1 μm の楔形であった。

【0060】

本実施の形態におけるその他の構成、作用および効果は、第1の実施の形態と同様である。

【0061】

[第3の実施の形態]

次に、図21ないし図28を参照して、本発明の第3の実施の形態に係るパターン化薄膜形成方法について説明する。本実施の形態では、画像反転機能を有するレジストを用いて、底部近傍においてアンダーカットの入った形状のフレーム

を形成する。なお、画像反転機能を有するレジストを用いて、底部近傍においてアンダーカットの入った形状のレジスト層を形成する方法については、特開平9-96909号公報に記載されている。

【0062】

本実施の形態に係るパターン化薄膜形成方法では、図2に示したように、電極膜2を形成する工程までは、第1の実施の形態と同様である。本実施の形態では、次に、図21に示したように、電極膜2の上に、スピンコート法等により、画像反転機能を有するレジストを塗布して、レジスト層24Aを形成する。画像反転機能を有するレジストとは、ポジ型レジストであるが、露光によって現像液に対して可溶性となった部分が、加熱されることにより現像液に対して不溶性に変化するレジストである。このようなレジストとしては、具体的には、特開平9-96909号公報に示された種々のレジストを用いることができる。次に、必要に応じて、レジスト層24Aに対して熱処理を施す。

【0063】

次に、図22に示したように、マスク25を介してレジスト層24Aの露光を行い、レジスト層24Aに、マスク25のパターンに対応した潜像を形成する。次に、必要に応じて、レジスト層24Aに対して熱処理を施す。マスク25のパターンは、レジスト層24Aのうち、現像後に残す部分が露光されるようなパターンである。図22において、符号24Bは、レジスト層24Aのうちの露光された部分を示している。

【0064】

次に、図23に示したように、レジスト層24Aを加熱して、レジスト層24Aのうちの露光された部分24Bを、現像液に対して不溶性となるように変化させる。

【0065】

次に、図24に示したように、レジスト層24Aの全面を露光し、レジスト層24Aのうち、最初の露光時に露光された部分24B以外の部分を、現像液に対して可溶性となるようにする。

【0066】

次に、図25に示したように、レジスト層24Aを現像液によって現像する。これにより、残ったレジスト層24Aによってフレーム24Cが形成される。次に、フレーム24Cを水洗し、乾燥させる。

【0067】

画像反転機能を有するレジストを用い、露光、露光後の熱処理および現像の各条件を調整することにより、底部近傍においてアンダーカットの入った形状のフレーム24Cを形成することができる。

【0068】

次に、必要に応じてめっき前処理を行った後、図26に示したように、フレーム24Cを用い、電極膜2に電流を流して電気めっきを行って、フレーム24Cの溝部内にパターン化薄膜27を形成する。パターン化薄膜27は、金属等の導電材料によって形成される。パターン化薄膜27の材料としては、例えば銅(Cu)が用いられる。

【0069】

次に、例えば、図26に示した積層体を有機溶剤に浸漬し、揺動することによって、図27に示したように、フレーム24Cを溶解させて除去する。

【0070】

最後に、図28に示したように、パターン化薄膜27をマスクとして、ウェットエッチングによって、あるいはイオンミリング、反応性イオンエッチング等のドライエッチングによって、電極膜2のうち、パターン化薄膜27の下に存在する部分以外の部分を除去する。

【0071】

このようにして形成されたパターン化薄膜27は、隣接する複数の線状部分73を有している。このパターン化薄膜27では、線状部分73において、下地である電極膜2に近い一部分である第2の部分73bの最大幅が、残りの部分である第1の部分73aの幅よりも大きくなっている。

【0072】

なお、本実施の形態における線状部分73の形状は、第2の実施の形態における線状部分72の形状と同様である。

【0073】

次に、本実施の形態に係るパターン化薄膜形成方法の実施例について説明する。本実施例では、電極膜2を形成する工程までは、第1の実施の形態における実施例と同様である。

【0074】

本実施例では、次に、電極膜2の上に、スピンコート法によりレジストを塗布して、レジスト層24Aを形成した。レジストとしては、クラリアント社製AZ5214E（製品名）を使用した。レジスト層24Aの厚みは $3\mu\text{m}$ とした。次に、レジスト層24Aに対して、ホットプレートを用いて 100°C の温度で、180秒間の熱処理を施した。

【0075】

次に、露光装置を用いて、以下の条件で、マスク25を介してレジスト層24Aの露光を行い、レジスト層24Aに、マスク25のパターンに対応した潜像を形成した。露光装置としては、ニコン製NSR-i12TFH（製品名）を用いた。マスク25のパターンは、遮光部が10ターンの渦巻き状をなし、遮光部の幅が $1.5\mu\text{m}$ で、透光部の幅が $1.0\mu\text{m}$ で、遮光部のピッチが $2.5\mu\text{m}$ となるパターンとした。露光量（Dose）は、 $50\text{mJ}/\text{cm}^2$ とした。

【0076】

次に、レジスト層24Aに対して、ホットプレートを用いて 100°C の温度で、180秒間の熱処理を施して、レジスト層24Aのうちの露光された部分24Bを、現像液に対して不溶性となるように変化させた。

【0077】

次に、露光装置を用いて、以下の条件で、レジスト層24Aの全面を露光し、レジスト層24Aのうち、最初の露光時に露光された部分24B以外の部分を、現像液に対して可溶性となるようにした。露光装置としては、ニコン製NSR-i12TFH（製品名）を用いた。露光量（Dose）は、 $100\text{mJ}/\text{cm}^2$ とした。

【0078】

次に、現像液として2.38%のテトラメチルアンモニウムヒドロキシドの水

溶液を用いて、パドル法によって、レジスト層24Aに対して、50秒間の現像を4回行った。その後、レジスト層24Aを水洗し、乾燥させて、フレーム24Cを完成させた。

【0079】

次に、フレーム24Cを用いて電気めっきを行って、フレーム24Cの溝部内に、Cuよりなるパターン化薄膜27を形成した。めっき浴としては、Cuのめっきに用いられる一般的な硫酸銅浴を用いた。パターン化薄膜27の厚さは2.8 μm とした。

【0080】

次に、パターン化薄膜27を含む積層体を、アセトン中に浸漬し、揺動することによって、フレーム24Cを溶解させて除去した。

【0081】

次に、イオンミリング装置を用いて、第1の実施の形態における実施例と同じ条件で、電極膜2を選択的にエッチングして、電極膜2のうち、パターン化薄膜27の下に存在する部分以外の部分を除去した。

【0082】

このようにして、パターン化薄膜27からなり、ピッチが2.5 μm 、厚さが2.8 μm で、10ターンの薄膜コイルが得られた。パターン化薄膜27の線状部分73において、第1の部分73aの幅は1.7 μm で、第2の部分73bの最大幅は2.0 μm であった。第2の部分73bのうち、第1の部分73aの側壁よりも外側に張り出した2つの部分の断面形状は、それぞれ、最大幅が0.15 μm で、最大高さが0.2 μm の楔形であった。

【0083】

本実施の形態におけるその他の構成、作用および効果は、第1の実施の形態と同様である。

【0084】

なお、本発明は上記各実施の形態に限定されず、種々の変更が可能である。例えば、本発明は、第1の実施の形態で示した薄膜インダクタに限らず、薄膜磁気ヘッド、半導体デバイス、薄膜を用いたセンサ、薄膜を用いたアクチュエータ等

の他のマイクロデバイスにおけるパターン化薄膜を形成する場合にも適用することができる。また、パターン化薄膜は、コイルに限らず、配線等であってもよい。

【 0 0 8 5 】

【発明の効果】

以上説明したように請求項 1 または 2 記載のパターン化薄膜形成方法では、底部近傍においてアンダーカットの入った形状のフレームを用いてめっきを行って、パターン化薄膜を形成する。従って、本発明によれば、フレームめっき法を用いて、幅が小さく且つ抵抗値の小さい線状部分を有するパターン化薄膜を形成することができるという効果を奏する。

【 0 0 8 6 】

また、請求項 3 または 4 記載のパターン化薄膜は、下地の上に配置され、線状部分を有するものであって、線状部分において下地に近い一部分の幅が残りの部分の幅よりも大きいものである。従って、本発明によれば、幅が小さく且つ抵抗値の小さい線状部分を有するパターン化薄膜を実現することができるという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の第 1 の実施の形態に係るパターン化薄膜形成方法が適用されるマイクロデバイスの一例としての薄膜インダクタを示す斜視図である。

【図 2】

本発明の第 1 の実施の形態に係るパターン化薄膜形成方法における一工程を説明するための断面図である。

【図 3】

図 2 に示した工程に続く工程を説明するための断面図である。

【図 4】

図 3 に示した工程に続く工程を説明するための断面図である。

【図 5】

図 4 に示した工程に続く工程を説明するための断面図である。

【図 6】

図 5 に示した工程に続く工程を説明するための断面図である。

【図 7】

図 6 に示した工程に続く工程を説明するための断面図である。

【図 8】

図 7 に示した工程に続く工程を説明するための断面図である。

【図 9】

図 8 に示した工程に続く工程を説明するための断面図である。

【図 1 0】

本発明の第 1 の実施の形態におけるパターン化薄膜の他の形状を示す断面図である。

【図 1 1】

本発明の第 1 の実施の形態におけるパターン化薄膜の更に他の形状を示す断面図である。

【図 1 2】

本発明の第 2 の実施の形態に係るパターン化薄膜形成方法における一工程を説明するための断面図である。

【図 1 3】

図 1 2 に示した工程に続く工程を説明するための断面図である。

【図 1 4】

図 1 3 に示した工程に続く工程を説明するための断面図である。

【図 1 5】

図 1 4 に示した工程に続く工程を説明するための断面図である。

【図 1 6】

図 1 5 に示した工程に続く工程を説明するための断面図である。

【図 1 7】

図 1 6 に示した工程に続く工程を説明するための断面図である。

【図 1 8】

本発明の第 2 の実施の形態におけるパターン化薄膜の線状部分の形状の一例を

示す断面図である。

【図 1 9】

本発明の第 2 の実施の形態におけるパターン化薄膜の線状部分の形状の他の例を示す断面図である。

【図 2 0】

本発明の第 2 の実施の形態におけるパターン化薄膜の線状部分の形状の更に他の例を示す断面図である。

【図 2 1】

本発明の第 3 の実施の形態に係るパターン化薄膜形成方法における一工程を説明するための断面図である。

【図 2 2】

図 2 1 に示した工程に続く工程を説明するための断面図である。

【図 2 3】

図 2 2 に示した工程に続く工程を説明するための断面図である。

【図 2 4】

図 2 3 に示した工程に続く工程を説明するための断面図である。

【図 2 5】

図 2 4 に示した工程に続く工程を説明するための断面図である。

【図 2 6】

図 2 5 に示した工程に続く工程を説明するための断面図である。

【図 2 7】

図 2 6 に示した工程に続く工程を説明するための断面図である。

【図 2 8】

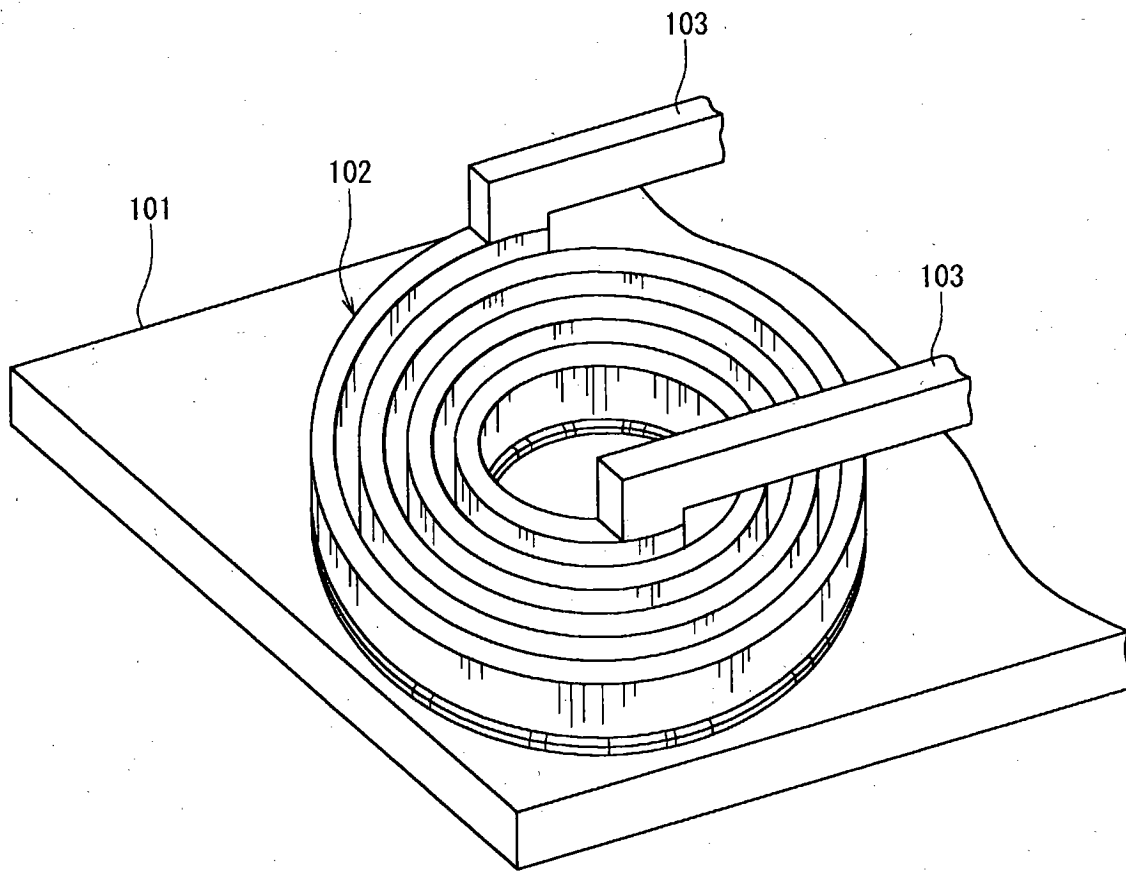
図 2 7 に示した工程に続く工程を説明するための断面図である。

【符号の説明】

1 … 基板、2 … 電極膜、3 A … 第 1 層、3 B … 第 1 フレーム層、4 A … 第 2 層、4 B … 第 2 フレーム層、5 … マスク、6 … フレーム、7 … パターン化薄膜、7 1 … 線状部分、7 1 a … 第 1 の部分、7 1 b … 第 2 の部分、1 0 1 … 基板、1 0 2 … 薄膜コイル、1 0 3 … リード。

【書類名】 図面

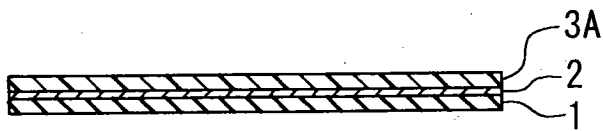
【図 1】



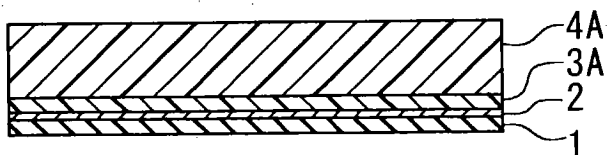
【図 2】



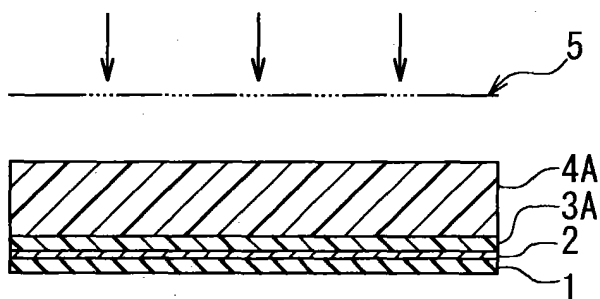
【図 3】



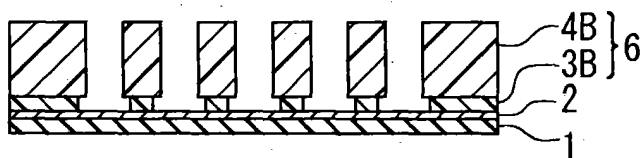
【図 4】



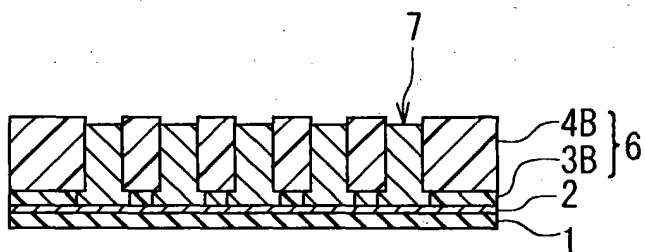
【図 5】



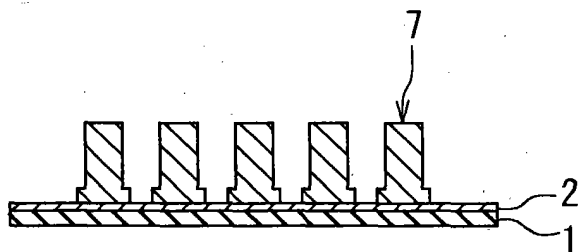
【図 6】



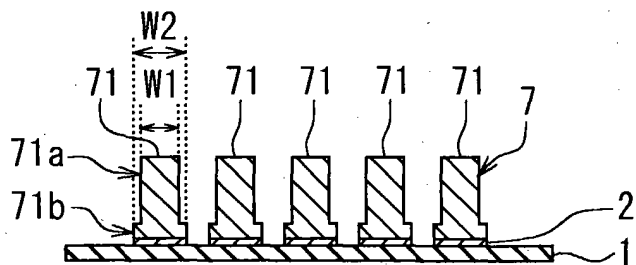
【図 7】



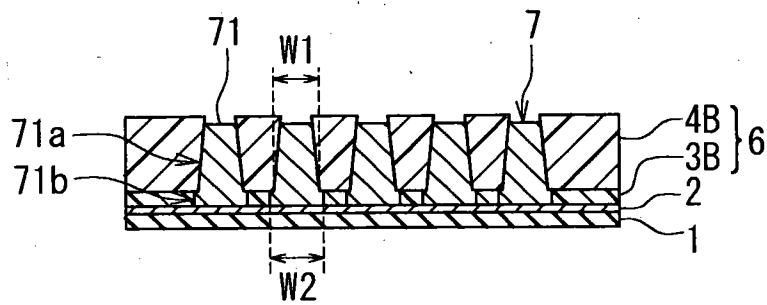
【図 8】



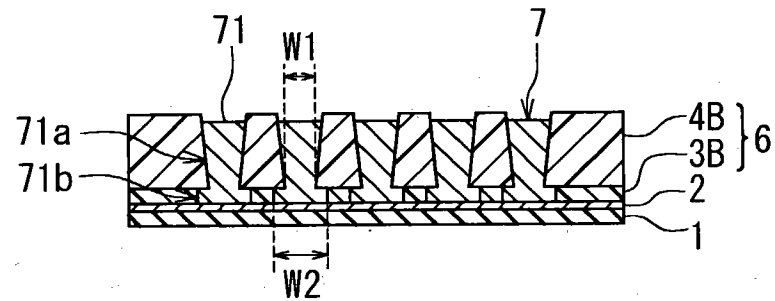
【図 9】



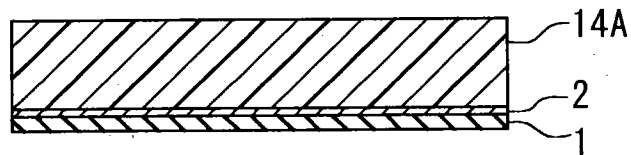
【図 10】



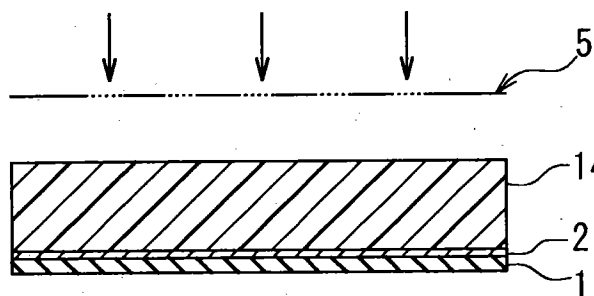
【図 11】



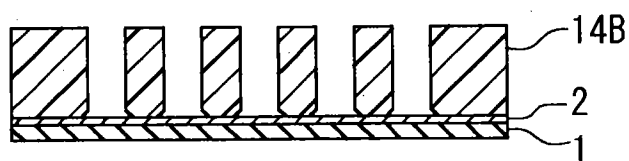
【図 12】



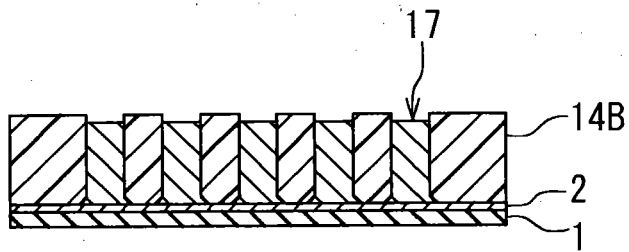
【図 13】



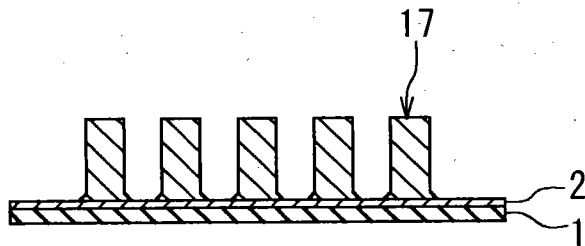
【図 14】



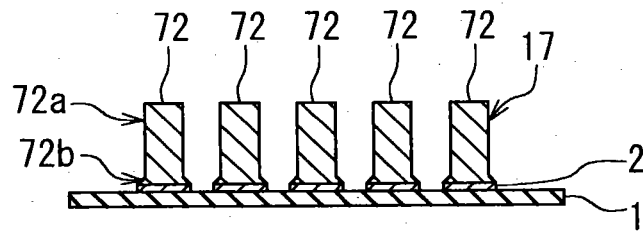
【図 1 5】



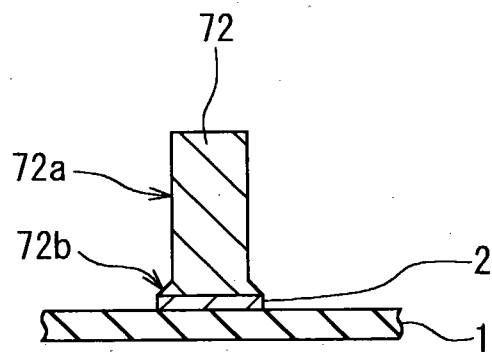
【図 1 6】



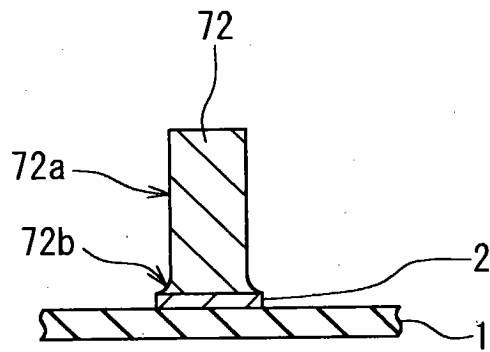
【図 1 7】



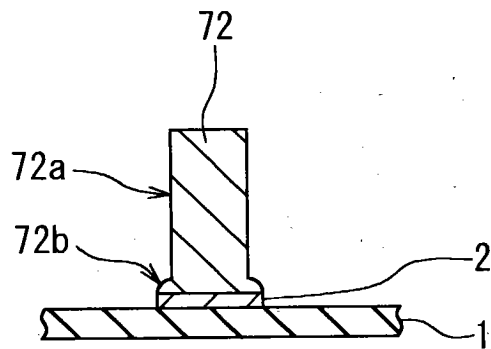
【図 1 8】



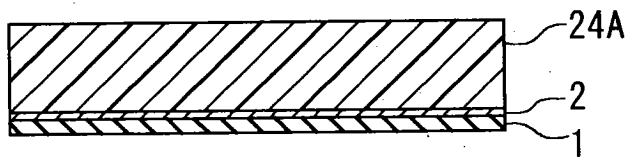
【図 19】



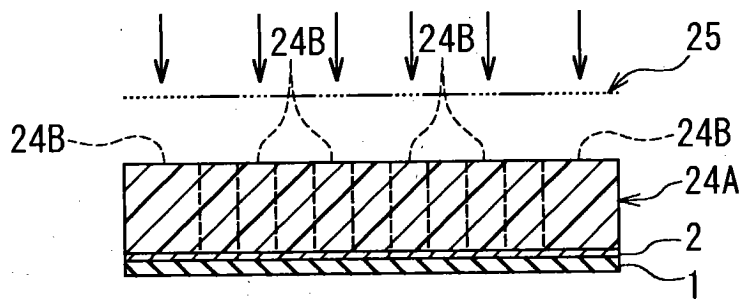
【図 20】



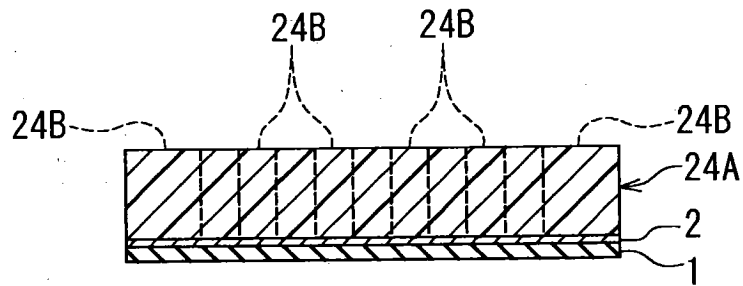
【図 21】



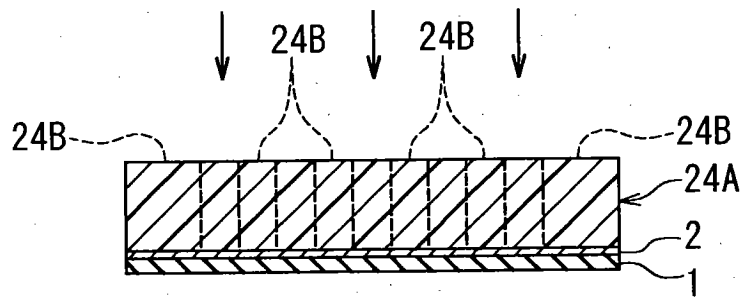
【図 22】



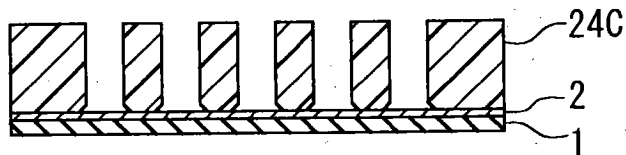
【図 23】



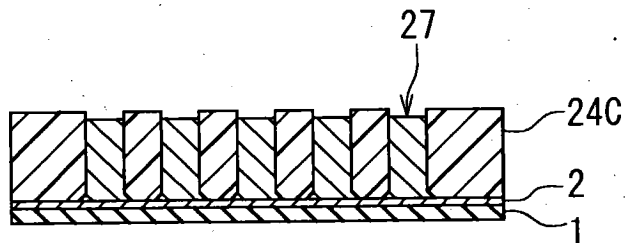
【図 24】



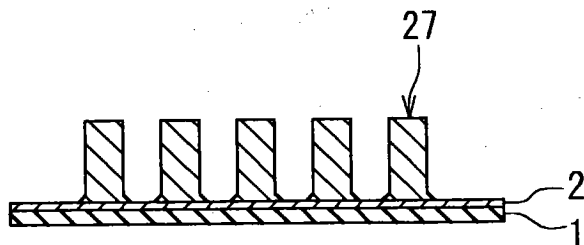
【図 25】



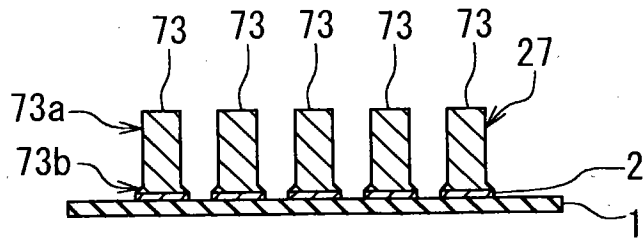
【図 26】



【図 27】



【図 2 8】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 フレームめっき法を用いて、幅が小さく且つ抵抗値の小さい線状部分を有するパターン化薄膜を形成する。

【解決手段】 パターン化薄膜形成方法は、電極膜 2 の上に、底部近傍においてアンダーカットの入った形状のフレーム 6 を形成する工程と、このフレーム 6 を用いてめっきを行って、パターン化薄膜 7 を形成するめっき工程とを備えている。パターン化薄膜 7 は、隣接する複数の線状部分を有している。この線状部分において、電極膜 2 に近い一部分の幅は、残りの部分の幅よりも大きくなっている。

【選択図】 図 7

認定・付加情報

特許出願の番号	特願2002-222799
受付番号	50201130733
書類名	特許願
担当官	第七担当上席 0096
作成日	平成14年 8月 1日

<認定情報・付加情報>

【提出日】 平成14年 7月31日

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000003067]

1. 変更年月日 1990年 8月30日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都中央区日本橋1丁目13番1号

氏 名 ティーディーケイ株式会社